

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-075012  
 (43)Date of publication of application : 14.03.2000

(51)Int.Cl. G01S 5/14  
 H04Q 7/34

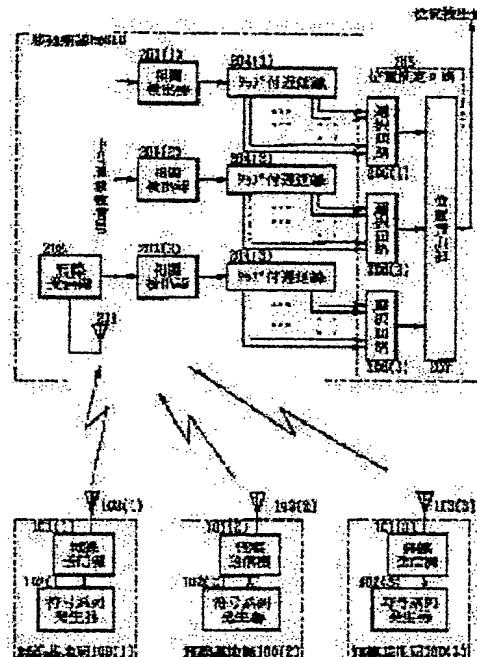
(21)Application number : 10-248604 (71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>  
 (22)Date of filing : 02.09.1998 (72)Inventor : OKAMOTO HIDEAKI  
 TAGA TOKIO

## (54) POSITION DETECTOR

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To suppress a decrease in reliability in detecting a position even in an environment in which a multipath fault occurs.

**SOLUTION:** The position detector comprises a correlation detecting means 203 having a code generating means 102 for generating a specific code sequence and a transmitting means 101 for transmitting a signal having its code sequence respectively provided in radio base stations to output a signal for indicating a received signal intensity responsive to a correlation between the signal received at the station and the code sequence, a delay means 204 for separating a plurality of signal components having different delay times from signals output from the means 203, a signal selecting means 206 inputting the plurality of the components having the different delay times for selectively extracting the signal component having highest reliability from the plurality of the components received via a plurality of transmission routes sent from the same station, and a position calculating means 207 for obtaining the position of the station based on the selected component.



## LEGAL STATUS

- [Date of request for examination]
- [Date of sending the examiner's decision of rejection]
- [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
- [Date of final disposal for application]
- [Patent number]
- [Date of registration]
- [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
- [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
- [Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2000 Japanese Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-75012

(P2000-75012A)

(43)公開日 平成12年3月14日 (2000.3.14)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

マークコード(参考)

G 01 S 5/14

G 01 S 5/14

5 J 0 6 2

H 04 Q 7/34

H 04 B 7/26

1 0 6 B 5 K 0 6 7

審査請求・未請求 請求項の数 7 O.L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平10-248604

(71)出願人 000004226

(22)出願日 平成10年9月2日 (1998.9.2)

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72)発明者 岡本 英明

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(72)発明者 多賀 登喜雄

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(74)代理人 100072718

弁理士 古谷 史旺

F ターム(参考) 5J062 BB01 BB05 CC14

5K067 AA21 BB36 EE24 FF03 JJ52

JJ53 JJ54

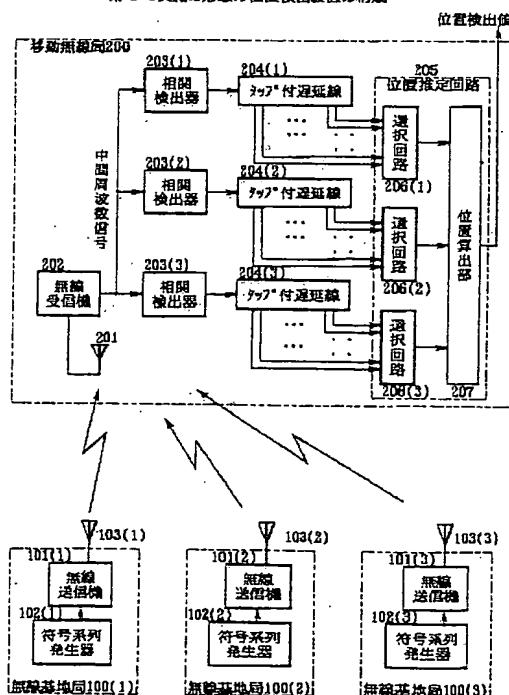
(54)【発明の名称】 位置検出装置

(57)【要約】

【課題】 本発明は位置検出装置においてマルチバス障害が発生する環境であっても位置検出の信頼度の低下を抑制することを目的とする。

【解決手段】 特定の符号系列を生成する符号生成手段102とその符号系列を含む信号を送信する送信手段101とを無線基地局のそれぞれに設け、移動無線局が受信した信号と前記符号系列との相間に応じた受信信号強度を示す信号を出力する相関検出手段203と、相関検出手段203が送出する信号の中から互いに遅延時間の異なる複数の信号成分を分離する遅延手段204と、遅延時間の異なる複数の信号成分を入力し同一の無線基地局から送出され複数の伝搬経路を通って受信された複数の信号成分の中から最も信頼度の高い信号成分を選択的に抽出する信号選択手段206と、選択した信号成分に基づいて移動無線局の位置を求める位置算出手段207とを設けた。

第1の実施の形態の位置検出装置の構成



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 位置検出対象の1つの移動無線局と3つ以上の無線基地局とで構成され、前記無線基地局からそれぞれ送信される信号を前記移動無線局で受信して、前記移動無線局が受信した信号に基づいて前記移動無線局の位置を検出する位置検出装置において、特定の規則で構成される符号系列を生成する符号生成手段と、

前記符号生成手段が生成した符号系列を含む信号を送信する送信手段とを前記3つ以上の無線基地局のそれぞれに設けるとともに、

前記移動無線局が受信した信号と前記符号系列との相関に応じた受信信号強度を示す信号を出力する相関検出手段と、

前記相関検出手段が出力する信号の中から互いに遅延時間の異なる複数の信号成分を分離する遅延手段と、

前記遅延手段が出力する遅延時間の異なる複数の信号成分を入力し、同一の無線基地局から送出され複数の伝搬経路を通って受信された複数の信号成分の中から最も信頼度の高い信号成分を選択的に抽出する信号選択手段と、

前記信号選択手段が選択した信号成分に基づいて前記移動無線局の位置を求める位置算出手段とを設けたことを特徴とする位置検出装置。

【請求項2】 請求項1の位置検出装置において、前記信号選択手段が、同一の無線基地局から送出され複数の伝搬経路を通って受信された複数の信号成分の中から、遅延時間の最も小さい伝搬経路を通って受信された信号成分を最も信頼度の高い信号成分として選択的に抽出することを特徴とする位置検出装置。

【請求項3】 請求項1の位置検出装置において、前記信号選択手段が、同一の無線基地局から送出され複数の伝搬経路を通って受信された複数の信号成分の中から、最も受信信号強度の大きい信号成分を最も信頼度の高い信号成分として選択的に抽出することを特徴とする位置検出装置。

【請求項4】 請求項1の位置検出装置において、前記3つ以上の無線基地局のそれぞれに、互いに異なる符号系列を生成する符号生成手段を設け、前記移動無線局に、それぞれの無線基地局が送出する信号に含まれる符号系列との相間に応じた受信信号強度を示す信号をそれぞれ出力する3つ以上の相関検出手段を設けたことを特徴とする位置検出装置。

【請求項5】 位置検出対象の1つの移動無線局と3つ以上の無線基地局とで構成され、前記移動無線局から送信される信号を前記無線基地局のそれぞれで受信して、前記無線基地局が受信した信号に基づいて前記移動無線局の位置を検出する位置検出装置において、特定の規則で構成される符号系列を生成する符号生成手段と、

前記符号生成手段が生成した符号系列を含む信号を送信する送信手段とを前記移動無線局に設けるとともに、前記無線基地局のそれぞれが受信した信号と前記符号系列との相間に応じた受信信号強度を示す信号を出力する3つ以上の相関検出手段と、

前記相関検出手段の各々が出力する信号の中から互いに遅延時間の異なる複数の信号成分を分離する3つ以上の遅延手段と、

前記遅延手段の各々が出力する遅延時間の異なる複数の信号成分を入力して、それらの信号成分の中から最も信頼度の高い信号成分を選択的に抽出する3つ以上の信号選択手段と、

前記信号選択手段の各々が選択した信号成分に基づいて前記移動無線局の位置を求める位置算出手段とを設けたことを特徴とする位置検出装置。

【請求項6】 請求項5の位置検出装置において、前記信号選択手段が、複数の伝搬経路を通って受信された複数の信号成分の中から、遅延時間の最も小さい伝搬経路を通って受信された信号成分を最も信頼度の高い信号成分として選択的に抽出することを特徴とする位置検出装置。

【請求項7】 請求項5の位置検出装置において、前記信号選択手段が、複数の伝搬経路を通って受信された複数の信号成分の中から、最も受信信号強度の大きい信号成分を最も信頼度の高い信号成分として選択的に抽出することを特徴とする位置検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、移動無線局と3つ以上の無線基地局とを用いて移動無線局の位置を検出する位置検出装置に関し、例えば移動する物体、人、動物などの位置情報を得るために利用される。

## 【0002】

【従来の技術】 一般的な位置検出装置の構成例を図9に示す。図9において、移動無線局PSとしては、例えば検出対象の人が所持する携帯端末が利用される。移動無線局PSの周辺には、移動無線局PSと無線により通信可能な無線基地局CS1、CS2、CS3が固定された位置に配置されている。

【0003】 図9に示すように、無線基地局CS1から送出される信号W1と、無線基地局CS2から送出される信号W2と、無線基地局CS3から送出される信号W3とを移動無線局PSで受信することにより、次に説明するように移動無線局PSの位置を特定できる。一般に、受信局における受信信号強度は、送受信点間の距離に反比例する。従って、図9における無線基地局CS1と移動無線局PSとの距離R1と、無線基地局CS2と移動無線局PSとの距離R2と、無線基地局CS3と移動無線局PSとの距離R3が( $R_2 < R_1 < R_3$ )の関係にある場合には、移動無線局PSで受信される3つの

信号W1, W2, W3の各信号強度の関係は図8に示すように (W2 > W1 > W3) になる。

【0004】従って、移動無線局PSが受信した各信号強度の大小関係から、移動無線局PSに最も近い無線基地局CS2を識別できる。つまり、図8の場合には移動無線局PSが無線基地局CS2のカバーする通信エリアの中に存在することがわかり、その通信エリアは予め定まっているので、移動無線局PSの存在位置を大まかに検出できる。

【0005】また、移動通信環境下における伝搬損失は、奥村カーブに代表される推定式を用いることにより計算することができるので、受信信号強度から送受信点間の距離を推定することができる。従って、図9における無線基地局CS1と移動無線局PSとの距離R1と、無線基地局CS2と移動無線局PSとの距離R2と、無線基地局CS3と移動無線局PSとの距離R3がそれぞれ求められる。この場合、無線基地局CS1の位置から半径R1の円と、無線基地局CS2の位置から半径R2の円と、無線基地局CS3の位置から半径R3の円との交点に移動無線局PSが存在することになるので、求めた交点の位置から移動無線局PSの位置を推定できる。

【0006】さらに、移動無線局PSが検出した自局の位置をいずれかの無線基地局に送信し、有線網に送信することにより、検出対象者の位置を第三者に報知することもできる。また、反対に移動無線局PSが送信する信号を3つの無線基地局で受信する場合にも、上記と同様の方法で移動無線局PSの位置を検出できる。

#### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】上記のような位置検出技術は、例えば原野のように電波の反射物が存在しない場所で適用する場合には、受信点で受信される信号に含まれる遅延波の成分が少なく、受信信号強度に大きな変動が生じないため、位置を誤りなく検出することが可能である。

【0008】しかし、移動無線通信環境下では、電波の反射によって1つの信号が様々な伝搬経路を通って受信点に到達する。伝搬経路(パス)の異なる信号は互いに伝搬遅延時間が異なるため、受信される信号には遅延時間の異なる様々な信号成分が含まれる。例えば、図7に示す例では、1つの受信信号に遅延時間の異なる6つの信号成分a1, a2, a3, a4, a5, a6が含まれている。最初に受信される信号成分a1を受信しようとする場合には、2番目以降に到来する信号成分a2~a6の干渉の影響が現れる。

【0009】受信点で検出される受信信号強度は、全ての信号成分a1~a6を合成した合成波の信号強度になる。また、各々の信号成分の信号強度がそれぞれ不規則に変動するため、受信信号強度には大きな変動が頻繁に起こる。このような受信信号を用いて位置検出を行う場合には、送受信点間距離に対応する正しい受信信号強度

を得ることが困難であり、移動無線局が存在する通話エリアの検出誤りや位置検出精度の劣化が生じる。

【0010】本発明は、上記のような位置検出装置において、マルチパス障害が発生する環境であっても位置検出の信頼度の低下を抑制することを目的とする。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】本発明では、送信側から特定の規則で構成される符号系列を含む信号を送信し、受信側では、送信信号に含まれる符号系列と同一の符号を用いて相関検波を行い、相関検波の出力に得られる信号から、符号系列の周期毎に繰り返し現れる最も信頼性の高い信号成分を選択し、選択された信号成分の信号強度を用いて位置検出を実施する。これにより、位置検出に利用する信号強度の変動が極めて小さくなり、多重遅延波の影響が軽減され、高精度な位置検出が可能になる。

【0012】すなわち、請求項1では、位置検出対象の1つの移動無線局と3つ以上の無線基地局とで構成され、前記無線基地局からそれぞれ送信される信号を前記移動無線局で受信して、前記移動無線局が受信した信号に基づいて前記移動無線局の位置を検出する位置検出装置において、特定の規則で構成される符号系列を生成する符号生成手段と、前記符号生成手段が生成した符号系列を含む信号を送信する送信手段とを前記3つ以上の無線基地局のそれぞれに設けるとともに、前記移動無線局が受信した信号と前記符号系列との相間に応じた受信信号強度を示す信号を出力する相関検出手段と、前記相関検出手段が出力する信号の中から互いに遅延時間の異なる複数の信号成分を分離する遅延手段と、前記遅延手段が出力する遅延時間の異なる複数の信号成分を入力し、同一の無線基地局から送出され複数の伝搬経路を通って受信された複数の信号成分の中から最も信頼度の高い信号成分を選択的に抽出する信号選択手段と、前記信号選択手段が選択した信号成分に基づいて前記移動無線局の位置を求める位置算出手段とを設けたことを特徴とする。

【0013】無線基地局に設けられる符号生成手段は、特定の規則で構成される符号系列を生成する。送信手段は、符号生成手段が生成した符号系列を含む信号を無線基地局から送信する。相関検出手段は、移動無線局が受信した信号と前記符号系列との相間に応じた受信信号強度を示す信号を出力する。すなわち相関検波を行う。遅延手段は、相関検出手段が出力する信号の中から互いに遅延時間の異なる複数の信号成分を分離する。

【0014】信号選択手段は、前記遅延手段が出力する遅延時間の異なる複数の信号成分を入力し、同一の無線基地局から送出され複数の伝搬経路を通って受信された複数の信号成分の中から最も信頼度の高い信号成分を選択的に抽出する。位置算出手段は、信号選択手段が選択した信号成分に基づいて移動無線局の位置を求める。例

えば、文献1「市坪信一等、「見通し道路における遅延プロファイルモデルと遅延スプレッド特性の予測」、1996電子情報通信学会総合大会B-7」、文献2「市坪信一等、「マイクロセルにおける長区間遅延プロファイルのモデル」、1997電子情報通信学会総合大会B-1-14」、文献3「S. Ichitsubo, etc, "A statistical model for microcellular multipath propagation environment", Proc. IEEE 47th VTC, MD1.1, pp61-66, 1997.」では、無線基地局アンテナ高が約2～数十メートルの地上からビル屋上までのアンテナ設置を考慮した伝搬遅延特性の検討報告がなされている。

【0015】これらの文献1、文献2、文献3によれば、屋内や見通し道路で観測される電力遅延プロファイルは、信号強度の大きい直接波成分と多くの遅延波成分からなる遅延波群から構成されることが分かる。

【0016】また、直接波成分と遅延波群の伝搬損 $L_{oss}$ は次の推定式から求められる。

$$L_{oss} = 10 \cdot n \cdot \log(d) \quad \dots (1)$$

ここで、nは係数、dは送受信点間距離である。従って、互いに遅延時間の異なる複数の信号成分の中から直接波のように信頼度の高い信号成分を選択的に抽出する場合には、抽出した信号の受信強度と前記第(1)式とに基づいて精度の高い位置検出が実現する。

【0017】請求項2は、請求項1の位置検出装置において、前記信号選択手段が、同一の無線基地局から送出され複数の伝搬経路を通じて受信された複数の信号成分

$$\begin{aligned} L(i,d) &= 100 - 7.1 \cdot \log W + 0.023 \theta + 1.4 \cdot \log h_s + 6.11 \cdot \log \langle H \rangle \\ &\quad - \left[ 24.37 - 3.7 \left( \frac{H}{h_{bo}} \right)^2 \right] \log h_b \\ &\quad - \left[ 43.42 - 3.1 \log h_b \right] \log d + 20.4 \log f \\ &\quad - \left\{ (1.1 \log f - 0.7) h_m - (1.56 \log f - 0.8) \right\} \\ &\quad + 4.0 + \left[ 27.34 + 11.0 \log \left( \frac{h_b / \langle H \rangle}{3.25} \right) \right] \\ &\quad - \left[ 32.8 - 12.0 \log \left( \frac{h_b / \langle H \rangle}{3.25} \right) \right] \\ &\quad \times 8 \times \frac{100}{100} \\ &\quad \times (1.4 d)^{-(0.38-0.21 \log B)} \log(i) \quad \dots (2) \end{aligned}$$

ここでWは道路幅[m]、θは道路角[度]、 $h_s$ は道路際の建物高[m]、 $\langle H \rangle$ は平均建物高[m]、 $h_b$ は基地局アンテナ高[m]、 $h_{bo}$ は基地局アンテナ地上高[m]、Hは基地局近傍の建物高[m]、fは周波数[MHz]、 $h_m$ は移動局アンテナ高[m]、Bはチップレート[Mchip/sec]、iは信号強度の順位、dは送受信点間の距離で

の中から、遅延時間の最も小さい伝搬経路を通じて受信された信号成分を最も信頼度の高い信号成分として選択的に抽出することを特徴とする。移動無線局が無線基地局の見通し範囲内に存在する場合には、送信局と受信局との間で反射を生じることなく直接受信された直接波を受信することができる。このような直接波は、最短の伝搬経路を通じて伝搬遅延時間が小さく、遅延波に比べて早く受信点に到達する。

【0018】請求項2においては、直接波のように遅延時間の最も小さい伝搬経路を通じて受信された信号成分を抽出するので、位置検出に利用する信号強度の変動が小さく、高精度の位置検出が可能である。請求項3は、請求項1の位置検出装置において、前記信号選択手段が、同一の無線基地局から送出され複数の伝搬経路を通じて受信された複数の信号成分の中から、最も受信信号強度の大きい信号成分を最も信頼度の高い信号成分として選択的に抽出することを特徴とする。

【0019】文献4「藤井輝也等、「広帯域DS-CDMA移動通信方式における伝搬損失推定式」、1998電子情報通信学会総合大会B-1-4」には、無線基地局高数十メートルに対する伝搬遅延特性の検討報告がなされており、これによれば、信号強度の高い順に並べた場合の到来波の伝搬損失推定式が示されている。この伝搬損失推定式を次に示す。

【数1】

ある。

【0020】例えば前記第(2)式に信号強度の順位iとして1を代入し、この式と受信信号の信号強度が最大の信号成分とに基づいて、送受信点間の距離dを求めることができる。一般に、直接波は反射により生じた遅延波に比べて受信信号強度が大きい。従って、請求項3の

ように最も受信信号強度の大きい信号成分を抽出し、抽出した信号を位置検出に利用すると、信号強度の変動が小さく、高精度の位置検出が可能になる。

【0021】請求項4は、請求項1の位置検出装置において、前記3つ以上の無線基地局のそれぞれに、互いに異なる符号系列を生成する符号生成手段を設け、前記移動無線局に、それぞれの無線基地局が送出する信号に含まれる符号系列との相間に応じた受信信号強度を示す信号をそれぞれ出力する3つ以上の相関検出手段を設けたことを特徴とする。

【0022】複数の無線基地局が同時に信号を送出する場合には、移動無線局では受信した信号から各々の無線基地局の信号を識別する必要がある。請求項4においては、複数の無線基地局が互いに異なる符号系列の信号を送出するので、移動無線局ではそれぞれの符号系列との相間を検出する3つの相関検出手段を用いて、各々の無線基地局の信号を識別できる。

【0023】請求項5は、位置検出対象の1つの移動無線局と3つ以上の無線基地局とで構成され、前記移動無線局から送信される信号を前記無線基地局のそれぞれで受信して、前記無線基地局が受信した信号に基づいて前記移動無線局の位置を検出する位置検出装置において、特定の規則で構成される符号系列を生成する符号生成手段と、前記符号生成手段が生成した符号系列を含む信号を送信する送信手段とを前記移動無線局に設けるとともに、前記無線基地局のそれぞれが受信した信号と前記符号系列との相間に応じた受信信号強度を示す信号を出力する3つ以上の相関検出手段と、前記相関検出手段の各々が出力する信号の中から互いに遅延時間の異なる複数の信号成分を分離する3つ以上の遅延手段と、前記遅延手段の各々が出力する遅延時間の異なる複数の信号成分を入力して、それらの信号成分の中から最も信頼度の高い信号成分を選択的に抽出する3つ以上の信号選択手段と、前記信号選択手段の各々が選択した信号成分に基づいて前記移動無線局の位置を求める位置算出手段とを設けたことを特徴とする。

【0024】請求項5の符号生成手段は、特定の規則で構成される符号系列を生成する。送信手段は、符号生成手段が生成した符号系列を含む信号を移動無線局から送信する。相関検出手段は、前記無線基地局のそれぞれが受信した信号と前記符号系列との相間に応じた受信信号強度を示す信号を出力する。遅延手段は、相関検出手段の各々が出力する信号の中から互いに遅延時間の異なる複数の信号成分を分離する。

【0025】信号選択手段は、遅延手段の各々が出力する遅延時間の異なる複数の信号成分を入力して、それらの信号成分の中から最も信頼度の高い信号成分を選択的に抽出する。位置算出手段は、信号選択手段の各々が選択した信号成分に基づいて移動無線局の位置を求める。請求項5では、互いに遅延時間の異なる複数の信号成分

の中から直接波のように信頼度の高い信号成分を選択的に抽出するので、抽出した信号の受信強度に基づいて精度の高い位置検出が実現する。

【0026】請求項6は、請求項5の位置検出装置において、前記信号選択手段が、複数の伝搬経路を通って受信された複数の信号成分の中から、遅延時間の最も小さい伝搬経路を通って受信された信号成分を最も信頼度の高い信号成分として選択的に抽出することを特徴とする。請求項6においては、直接波のように遅延時間の最も小さい伝搬経路を通って受信された信号成分を抽出するので、位置検出に利用する信号強度の変動が小さく、高精度の位置検出が可能である。

【0027】請求項7は、請求項5の位置検出装置において、前記信号選択手段が、複数の伝搬経路を通って受信された複数の信号成分の中から、最も受信信号強度の大きい信号成分を最も信頼度の高い信号成分として選択的に抽出することを特徴とする。一般に、直接波は反射により生じた遅延波に比べて受信信号強度が大きいので、請求項7のように最も受信信号強度の大きい信号成分を抽出し、抽出した信号を位置検出に利用すると、信号強度の変動が小さく、高精度の位置検出が可能になる。

【0028】

【発明の実施の形態】（第1の実施の形態）この形態の位置検出装置の構成を図1に示す。この形態は請求項1、請求項2及び請求項4に対応する。この形態では、請求項1の符号生成手段、送信手段、相関検出手段、遅延手段、信号選択手段及び位置算出手段は、それぞれ符号系列発生器102、無線送信機101、相関検出器203、タップ付遅延線204、選択回路206、位置算出部207に対応する。

【0029】図1に示すように、この位置検出装置は、3つの無線基地局100(1)、100(2)、100(3)と1つの移動無線局200とで構成されている。無線基地局100の数は3以上であればよい。

【0030】3つの無線基地局100(1)、100(2)、100(3)のそれぞれには、無線送信機101、符号系列発生器102及びアンテナ103が備わっている。各要素の符号に付加した括弧内の番号は、基地局の区分を意味している。3つの無線基地局100(1)、100(2)、100(3)の基本的な構成及び動作は互いに同一である。符号系列発生器102は、特定の規則に従って構成される符号列を発生する。ここで、特定の規則に従って構成される符号列は、現実の装置においては、例えばフレーム同期用のユニークワードやスペクトル拡散通信に利用される拡散符号系列を指す。

【0031】この例では、3つの無線基地局100のそれぞれに備わった符号系列発生器102(1)、102(2)、102(3)は、互いに異なる系列の符号列を生成する。3つの無線基地局100の各々の無線送信機101は、

符号系列発生器102が発生した符号列を送信信号に含め、高周波帯の信号に変換してアンテナ103から送信する。

【0032】移動無線局200には、アンテナ201、無線受信機202、相関検出器203、タップ付遅延線204及び位置推定回路205が備わっている。位置推定回路205には、選択回路206及び位置算出部207が備わっている。また、使用する無線基地局100の数に合わせて、相関検出器203、タップ付遅延線204及び選択回路206は、それぞれ3つずつ設けてある。使用する無線基地局100の数を増やす場合には、それに応じて相関検出器203、タップ付遅延線204及び選択回路206の数を増やせばよい。

【0033】移動無線局200の無線受信機202は、3つの無線基地局100(1), 100(2), 100(3)のそれぞれから送信される電波をアンテナ201を介して受信する。この例では、無線受信機202が出力する中間周波数の信号が3つの相関検出器203のそれぞれに入力される。3つの相関検出器203(1), 203(2)及び203(3)は、それぞれ無線基地局100の符号系列発生器102(1), 102(2)及び102(3)が生成する符号列と同一の符号列を内部で生成する。符号系列発生器102(1), 102(2)及び102(3)が生成する符号列は固定されているので、それらと同じ符号列の情報を相関検出器203に予め保持しておき、同一の符号を移動無線局200の内部で生成する。

【0034】そして、各々の相関検出器203は、内部で生成した符号列と、無線受信機202で受信された信号に含まれる符号列との相関を検出す。すなわち相関検波を行う。現実の装置においては、相関検出器203としてマッチトフィルタやスライディング相関器が用いられる。相関検出器203は入力される信号に含まれる符号列と内部で生成した符号列との相間に応じた信号を出力する。従って、無線受信機202が受信した信号成分のうち、無線基地局100(1)が送信した信号成分の信号強度が相関検出器203(1)の出力に現れ、無線基地局100(2)が送信した信号成分の信号強度が相関検出器203(2)の出力に現れ、無線基地局100(3)が送信した信号成分の信号強度が相関検出器203(3)の出力に現れる。

【0035】相関検出器203(1)の出力する信号はタップ付遅延線204(1)に入力され、相関検出器203(2)の出力する信号はタップ付遅延線204(2)に入力され、相関検出器203(3)の出力する信号はタップ付遅延線204(3)に入力される。3つのタップ付遅延線204のそれぞれは、多数のm個のタップ出力を備えている。タップ付遅延線204の異なるタップ出力には、互いに遅延時間の異なる信号成分が現れる。

【0036】この例では、図2に示すように、受信された信号に含まれる符号列を構成する符号の1ビット長毎

の相関値及び受信した信号強度に比例する信号a1, a2, a3, a4, a5...が、タップ付遅延線204の複数のタップ出力に同時に得られる。受信信号に含まれる符号系列は周期的に繰り返し現れるので、ある時刻に、図2に示す第一到来波の信号a1がタップ付遅延線204の最終タップ出力（入力に対する遅延時間が最大のタップ出力）に現れた場合には、符号系列の所定周期を経過する度に、第一到来波に相当する信号a1が同じ最終タップ出力に繰り返し現れる。

【0037】従って、符号系列の周期に同期して、例えば信号a1がタップ付遅延線204の最終タップ出力に現れるタイミングでタップ付遅延線204の各タップ出力の信号をサンプリングすれば、図2に示すように互いに遅延時間の異なる信号a1, a2, a3, a4, a5...の各成分を、タップ付遅延線204の複数のタップ出力から同時に取り出すことができる。

【0038】タップ付遅延線204のm個の各タップ出力に現れる信号が、選択回路206に入力される。この例では、選択回路206は、タップ付遅延線204から入力されるm個の信号の中から、第一到来波に相当する信号a1だけを選択し、この信号a1を位置算出部207に与える。実際には、選択回路206は、遅延時間が互いに異なるm個のタップ出力の各相関値を、符号系列の周期毎に比較して、時系列で最も早く出現し、かつ予め定めた閾値（例えば、雑音レベル+αdB: αは任意の数値）以上の相関値をもつ信号（図2の例ではa1）を第一到来波として選択する。

【0039】時系列で最も早く出現する信号は、タップ付遅延線204のm個のタップ出力のうち、入力端子からの遅延時間が最も大きいタップ出力に現れる。従って、選択回路206はm個のタップ出力の各相関値を最終段のタップ出力から前方のタップ出力に向かって順番に調べ、最初に前記閾値以上になった相関値の信号を第一到来波として選択し、位置算出部207に出力する。

【0040】位置算出部207は、無線基地局100(1)が送信した信号に相当する第一到来波の信号成分を選択回路206(1)から入力し、無線基地局100(2)が送信した信号に相当する第一到来波の信号成分を選択回路206(2)から入力し、無線基地局100(3)が送信した信号に相当する第一到来波の信号成分を選択回路206(3)から入力する。

【0041】位置算出部207は、それに入力される3つの第一到来波の信号成分についてそれらの信号強度を対比して、移動無線局200が無線基地局100(1), 100(2), 100(3)のいずれの位置に最も近いかを識別する。また、前記第(1)式に基づいて3つの無線基地局100(1), 100(2), 100(3)の各々と移動無線局200との距離をそれぞれ求め、求めた3つの距離に基づいて前述のように移動無線局200の位置を算出する。

【0042】この例では、位置算出部207は移動無線

局200の位置に最も近い1つの無線基地局100の通話エリア（無線ゾーン）の情報と、計算により求められる移動無線局200の位置の情報を出力するが、いずれか一方のみを出力するように構成しても良い。一般に、送信局と受信局とが見通し範囲内に存在する場合には、反射することなく直接伝搬する直接波と反射により遅延する様々な遅延波とが受信局に到達する。また、通常は直接波が最も早く受信される。この例では、選択回路206が受信される様々な信号成分のうち、第一到来波の成分だけを選択的に位置算出部207に印加するので、直接波だけを位置検出に利用することになる。

【0043】例として、受信信号の第一到来波が直接波でKファクタ（直接波対レイリー波電力比）が（K=20dB）、第二到来波以降の遅延波の変動がレイリー分布となって受信される場合、すなわち、仲上ーライス環境下における第一到来波の変動の標準偏差を計算機シミュレーションにより求めた。このシミュレーションでは、到来波数を3とし、第二、第三到来波の信号強度は等しく第一到来波に対して3dB減とした。到来波の最大ドップラー周波数は100[Hz]、観測時間は100[sec]とし雑音は無しとした。

【0044】前記シミュレーションの結果、100[sec]の間の信号強度の変動の全到来波に対する標準偏差が4dBの場合に、第一到来波に対する信号強度の変動の標準偏差は約0.6[dB]であった。従って、第一到来波のみを用いる場合には、信号強度の変動の影響を大きく軽減できる。なお、第一到来波が変動の全く無い直接波のみの場合には、信号強度の変動の標準偏差は0になる。

【0045】なお図6には、全到来波と第一到来波とのそれについて、0~1[sec]の1秒間の信号強度の変動の様子が示されている。図6を参照すると、第一到来波のみの変動は全ての到来波の合成波の変動と比較して、変動が小さいことが分かる。すなわち、この実施の形態のように受信される信号強度に基づいて位置を測定する場合には、第一到来波だけを利用することによって位置検出誤差が大幅に低減される。

【0046】（第2の実施の形態）この形態の位置検出装置の構成を図3に示す。この形態は請求項5及び請求項6に対応する。この形態では、請求項5の符号生成手段、送信手段、相關検出手段、遅延手段、信号選択手段及び位置算出手段は、それぞれ符号系列発生器211、無線送信機212、相關検出器113、タップ付遅延線114、選択回路116、位置算出部117に対応する。

【0047】図3に示すように、この位置検出装置は、3つの無線基地局110(1), 110(2), 110(3)と1つの移動無線局210とで構成されている。無線基地局110の数は3以上であればよい。この位置検出装置は、同一の1つの移動無線局210が送信する信号を3

つの無線基地局110(1), 110(2), 110(3)で検出して、無線基地局110(1), 110(2), 110(3)が検出した信号に基づいて移動無線局210の位置を検出す。

【0048】従って、移動無線局210には、符号系列発生器211、無線送信機212及びアンテナ213が備わっている。符号系列発生器211は、特定の規則に従って構成される符号列を発生する。ここで、特定の規則に従って構成される符号列は、現実の装置においては、例えばフレーム同期用のユニークワードやスペクトル拡散通信に利用される拡散符号系列を指す。

【0049】移動無線局210の無線送信機212は、符号系列発生器211が発生した符号列を送信信号に含め、高周波帯の信号に変換してアンテナ213から送信する。3つの無線基地局110(1), 110(2)及び110(3)には、それぞれアンテナ111、無線受信機112、相関検出器113及びタップ付遅延線114が備わっている。

【0050】3つの無線基地局110のアンテナ111、無線受信機112、相関検出器113及びタップ付遅延線114の構成及び動作は同一である。また、アンテナ111、無線受信機112、相関検出器113及びタップ付遅延線114は、それぞれ図1のアンテナ201、無線受信機202、相関検出器203及びタップ付遅延線204と基本的に同じ機能を果たす。

【0051】各々の無線基地局110において、無線受信機112は、移動無線局210から送信される電波をアンテナ111を介して受信する。この例では、無線受信機112が出力する中間周波数の信号が相関検出器113に入力される。各々の無線基地局110の相関検出器113は、移動無線局210の符号系列発生器211が生成する符号列と同一の符号列を内部で生成する。符号系列発生器211が生成する符号列は固定されているので、それらと同じ符号列の情報を相関検出器113に予め保持しておき、同一の符号を無線基地局110の内部で生成する。

【0052】そして、相関検出器113は、内部で生成した符号列と、無線受信機112で受信された信号に含まれる符号列との相関を検出する。すなわち相関検波を行う。現実の装置においては、相関検出器113としてマッチトフィルタやスライディング相関器が用いられる。

【0053】相関検出器113は入力される信号に含まれる符号列と内部で生成した符号列との相間に応じた信号を出力する。従って、無線受信機112が受信した信号成分のうち、移動無線局210が送信した信号と相間の高い信号成分の信号強度が相関検出器113の出力に現れる。相関検出器113の出力する信号はタップ付遅延線114に入力される。タップ付遅延線114は、多数のm個のタップ出力を備えている。タップ付遅延線1

14の異なるタップ出力には、互いに遅延時間の異なる信号成分が現れる。

【0054】この例では、図2に示すように、受信された信号に含まれる符号列を構成する符号の1ビット長毎の相関値及び受信した信号強度に比例する信号 $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 \dots$ が、タップ付遅延線114の複数のタップ出力に同時に得られる。受信信号に含まれる符号系列は周期的に繰り返し現れるので、ある時刻に、図2に示す第一到来波の信号 $a_1$ がタップ付遅延線114の最終タップ出力（入力に対する遅延時間が最大のタップ出力）に現れた場合には、符号系列の所定周期を経過する度に、第一到来波に相当する信号 $a_1$ が同じ最終タップ出力に繰り返し現れる。

【0055】従って、符号系列の周期に同期して、例えば信号 $a_1$ がタップ付遅延線114の最終タップ出力に現れるタイミングでタップ付遅延線114の各タップ出力の信号をサンプリングすれば、図2に示すように互いに遅延時間の異なる信号 $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 \dots$ の各成分を、タップ付遅延線114の複数のタップ出力から同時に取り出すことができる。

【0056】位置推定回路115は、図示しない所定の通信回線を介して3つの無線基地局110(1), 110(2)及び110(3)と接続されている。位置推定回路115には、3つの選択回路116及び位置算出部117が備わっている。

【0057】選択回路116(1)の入力には、無線基地局110(1)のタップ付遅延線114(1)のm個の各タップ出力に現れる信号が印加され、選択回路116(2)の入力には、無線基地局110(2)のタップ付遅延線114(2)のm個の各タップ出力に現れる信号が印加され、選択回路116(3)の入力には、無線基地局110(3)のタップ付遅延線114(3)のm個の各タップ出力に現れる信号が印加される。

【0058】この例では、各々の選択回路116は、タップ付遅延線114から入力されるm個の信号の中から、第一到来波に相当する信号 $a_1$ だけを選択し、この信号 $a_1$ を位置算出部117に与える。実際には、選択回路116は、遅延時間が互いに異なるm個のタップ出力の各相関値を、符号系列の周期毎に比較して、時系列で最も早く出現し、かつ予め定めた閾値（例えば、雑音レベル+ $\alpha dB$ :  $\alpha$ は任意の数値）以上の相関値をもつ信号（図2の例では $a_1$ ）を第一到来波として選択する。

【0059】時系列で最も早く出現する信号は、タップ付遅延線114のm個のタップ出力のうち、入力端子からの遅延時間が最も大きいタップ出力に現れる。従って、選択回路116はm個のタップ出力の各相関値を最終段のタップ出力から前方のタップ出力に向かって順番に調べ、最初に前記閾値以上になった相関値の信号を第一到来波として選択し、位置算出部117に出力する。

【0060】位置算出部117は、無線基地局110(1)が受信した信号のうち第一到来波の信号成分を選択回路116(1)から入力し、無線基地局110(2)が受信した信号のうち第一到来波の信号成分を選択回路116(2)から入力し、無線基地局110(3)が受信した信号のうち第一到来波の信号成分を選択回路116(3)から入力する。

【0061】位置算出部117に入力される3つの第一到来波の信号成分について、その信号強度を対比することにより、移動無線局210が無線基地局110(1), 110(2), 110(3)のいずれの位置に最も近いかを識別できる。また、前記第(1)式に基づいて3つの無線基地局110(1), 110(2), 110(3)の各々と移動無線局210との距離をそれぞれ求めることができるので、前述のように移動無線局210の位置を算出できる。

【0062】この例では、位置算出部117は移動無線局210の位置に最も近い1つの無線基地局110の通話エリア（無線ゾーン）の情報と、計算により求められる移動無線局210の位置の情報を出力するが、いずれか一方のみを出力するように構成しても良い。

（第3の実施の形態）この形態の位置検出装置の構成を図4に示す。この形態は請求項1, 請求項3及び請求項4に対応する。

【0063】この形態は、第1の実施の形態の変形例であり、図1の位置推定回路205の代わりに位置推定回路205Bを用いてある。それ以外の構成及び動作は第1の実施の形態と同じである。変更された部分の構成と動作について説明する。図4に示すように、位置推定回路205Bには3つの信号強度検出回路208と、3つの選択回路209と、位置算出部207Bとが備わっている。タップ付遅延線204の出力する信号は信号強度検出回路208に入力され、信号強度検出回路208の出力する信号は選択回路209に入力され、選択回路209の出力する信号が位置算出部207Bに入力される。

【0064】各々の信号強度検出回路208は、タップ付遅延線204から入力されるm個のタップ出力の信号の信号強度を検出し、信号強度が大きい順番に並べた信号を複数の出力端子から出力する。すなわち、信号強度がn番目に大きい信号をn番目の出力端子に出力する。例えば、図2に示すように信号成分 $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5$ で構成される信号を受信した場合には、最も信号強度の大きい信号成分 $a_1$ が1番目の出力端子に現れ、2番目に信号強度の大きい信号成分 $a_2$ が2番目の出力端子に現れ、3番目に信号強度の大きい信号成分 $a_3$ が3番目の出力端子に現れ、4番目に信号強度の大きい信号成分 $a_4$ が4番目の出力端子に現れる。

【0065】選択回路209は、信号強度検出回路208の特定の出力端子に現れる信号を選択して、選択した信号を位置算出部207に出力する。この例では、選択

回路209は信号強度検出回路208の1番目の出力端子として割り当てられた端子から出力される信号を選択する。つまり、最も信号強度の大きい信号成分だけを選択的に位置算出部207Bに印加する。

【0066】一般に、送信局と受信局とが見通し範囲内に存在する場合には、反射することなく直接伝搬する直接波と反射により遅延する様々な遅延波とが受信局に到達する。また、通常は受信される直接波の信号強度は遅延波と比べて大きい。従って、選択回路209は受信される様々な信号成分のうち、直接波の成分だけを選択的に位置算出部207Bに印加する。

【0067】選択回路209(1)が出力する信号は無線基地局100(1)が送信した信号に対応し、選択回路209(2)が出力する信号は無線基地局100(2)が送信した信号に対応し、選択回路209(3)が出力する信号は無線基地局100(3)が送信した信号に対応する。従って、位置算出部207Bは、選択回路209(1), 209(2), 209(3)がそれぞれ出力する信号の信号強度を互いに比較して、移動無線局200の位置に最も近い1つの無線基地局100の通話エリアを識別する。

【0068】更に、前記第(2)式に基づいて、選択回路209(1)が出力する信号の信号強度から無線基地局100(1)と移動無線局200との距離を求め、選択回路209(2)が出力する信号の信号強度から無線基地局100(2)と移動無線局200との距離を求め、選択回路209(3)が出力する信号の信号強度から無線基地局100(3)と移動無線局200との距離を求めて、これらの距離から移動無線局200の位置を計算する。

【0069】(第4の実施の形態) この形態の位置検出装置の構成を図5に示す。この形態は請求項5及び請求項7に対応する。この形態は、第2の実施の形態の変形例であり、図3の位置推定回路115の代わりに位置推定回路115Bを用いてある。それ以外の構成及び動作は第2の実施の形態と同じである。変更された部分の構成と動作について説明する。

【0070】図5に示すように、位置推定回路115Bには3つの信号強度検出回路118と、3つの選択回路119と、位置算出部117Bとが備わっている。各々の無線基地局110のタップ付遅延線114の出力する信号は、3つの信号強度検出回路118に入力され、信号強度検出回路118の出力する信号は選択回路119に入力され、選択回路119の出力する信号が位置算出部117Bに入力される。

【0071】図5の信号強度検出回路118、選択回路119及び位置算出部117Bは、それぞれ図4の信号強度検出回路208、選択回路209及び位置算出部207Bと同一の構成であり同一の動作を行う。すなわち、各々の信号強度検出回路118は、タップ付遅延線114から入力されるm個のタップ出力の信号の信号強度を検出し、信号強度が大きい順番に並べた信号を複数

の出力端子から出力する。すなわち、信号強度がn番目に大きい信号をn番目の出力端子に出力する。

【0072】選択回路119は、信号強度検出回路118の特定の出力端子に現れる信号を選択して、選択した信号を位置算出部117Bに出力する。この例では、選択回路119は信号強度検出回路118の1番目の出力端子として割り当てられた端子から出力される信号を選択する。つまり、最も信号強度の大きい信号成分だけを選択的に位置算出部117Bに印加する。

【0073】一般に、送信局と受信局とが見通し範囲内に存在する場合には、反射することなく直接伝搬する直接波と反射により遅延する様々な遅延波とが受信局に到達する。また、通常は受信される直接波の信号強度は遅延波と比べて大きい。従って、選択回路119は受信される様々な信号成分のうち、直接波の成分だけを選択的に位置算出部117Bに印加する。

【0074】位置算出部117Bは、選択回路119(1), 119(2), 119(3)がそれぞれ出力する信号の信号強度を互いに比較して、移動無線局210の位置に最も近い1つの無線基地局100の通話エリアを識別する。更に、前記第(2)式に基づいて、選択回路119(1)が出力する信号の信号強度から無線基地局110(1)と移動無線局210との距離を求め、選択回路119(2)が出力する信号の信号強度から無線基地局110(2)と移動無線局210との距離を求め、選択回路119(3)が出力する信号の信号強度から無線基地局110(3)と移動無線局210との距離を求めて、これらの距離から移動無線局210の位置を計算する。

【0075】なお、上記全ての実施の形態において、各構成要素については必要に応じて変更しても良い。例えば、第1の実施の形態では互いに遅延時間の異なる信号を同時に参照するためにタップ付遅延線204を用いているが、互いに異なるタイミングでサンプリングした信号をメモリに記憶する回路を用いても良い。また、第1の実施の形態では相関検出器203、タップ付遅延線204及び選択回路206をそれぞれ3つ設けたが、3つの無線基地局110が互いに異なるタイミングで信号を送信する場合には、相関検出器203、タップ付遅延線204及び選択回路206を各々1つ設けるだけでも位置検出装置を構成できる。

【0076】

【発明の効果】以上に述べたように、本発明によれば、受信された複数の信号成分の中から最も早く現れる第一到来波又は最も受信強度の大きい信号成分を、最も信頼度の高い信号成分として選択的に抽出し位置検出に利用することにより、受信信号の信号強度に大きな変動を与える遅延波などの影響を抑制でき、高精度な位置検出が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態の位置検出装置の構成を示す

ブロック図である。

【図2】タップ付遅延線204の各タップ出力に現れる信号の例を示すグラフである。

【図3】第2の実施の形態の位置検出装置の構成を示すブロック図である。

【図4】第3の実施の形態の位置検出装置の構成を示すブロック図である。

【図5】第4の実施の形態の位置検出装置の構成を示すブロック図である。

【図6】受信信号の全到来波と第一到来波の信号強度の例を示すタイムチャートである。

【図7】1つの受信信号に含まれる信号成分の分布を示すグラフである。

【図8】移動無線局に到来する受信信号の例を示すグラフである。

【図9】一般的な位置検出装置の構成例を示す平面図である。

#### 【符号の説明】

100, 110 無線基地局

101 無線送信機

102 符号系列発生器

103, 111 アンテナ

112 無線受信機

113 相関検出器

114 タップ付遅延線

115, 115B 位置推定回路

116 選択回路

117, 117B 位置算出部

200, 210 移動無線局

201, 213 アンテナ

202 無線受信機

203 相関検出器

204 タップ付遅延線

205, 205B 位置推定回路

206, 209 選択回路

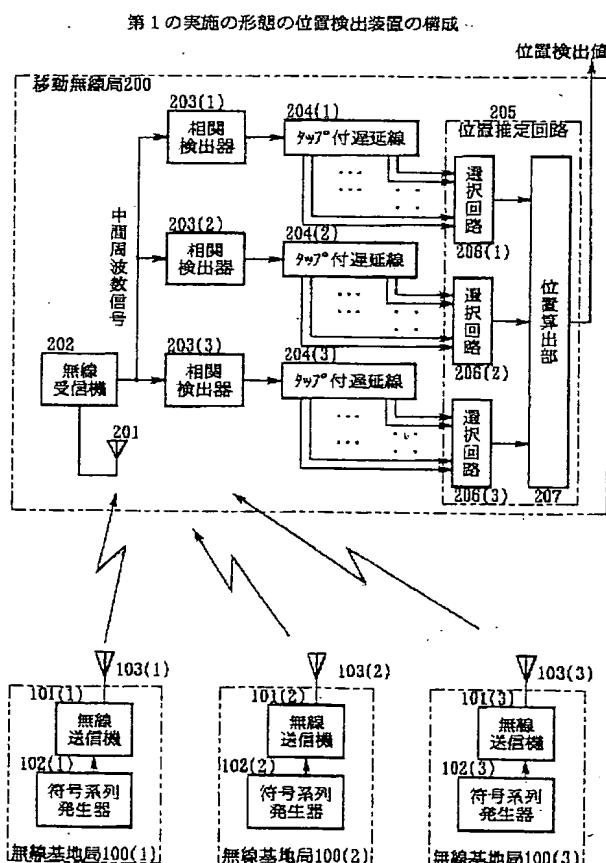
207, 207B 位置算出部

208 信号強度検出回路

211 符号系列発生器

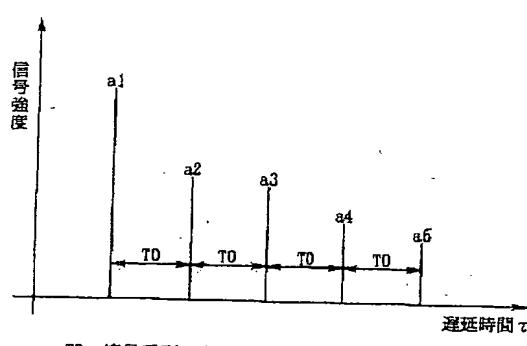
212 無線送信機

【図1】



【図2】

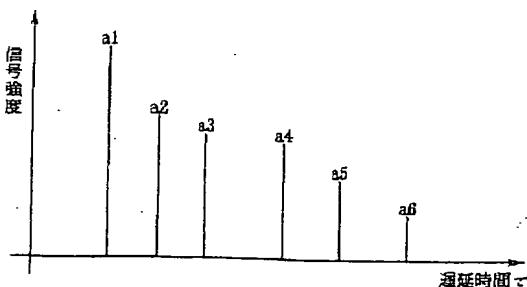
タップ付遅延線の各タップ出力に現れる信号の例



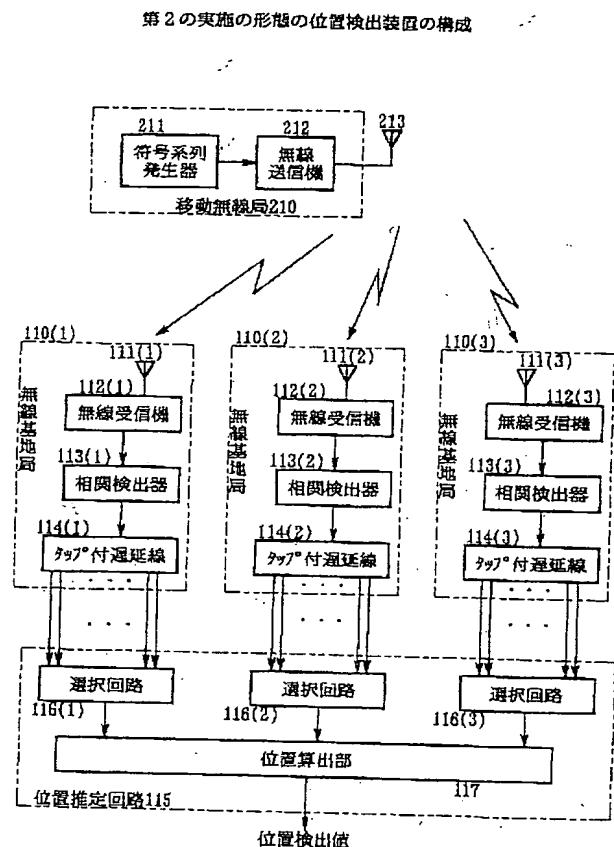
T0 : 符号系列の1ビット長の時間

【図7】

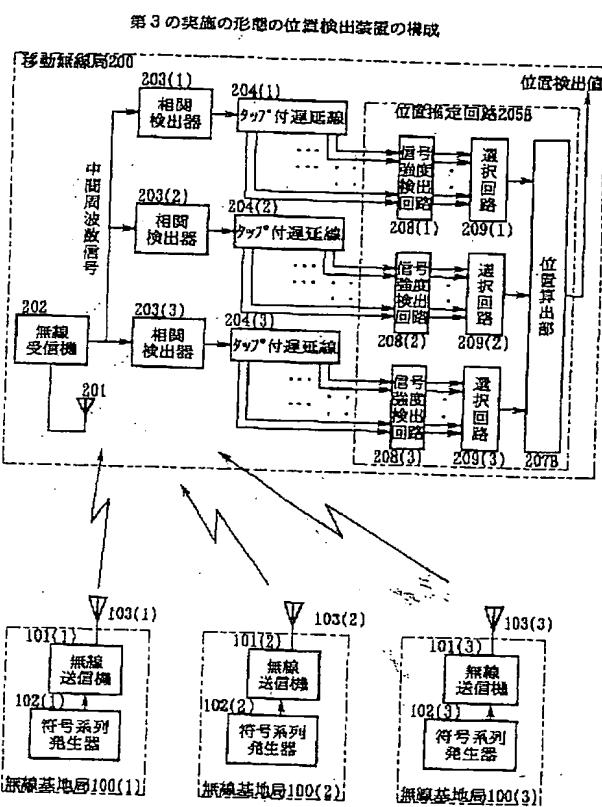
1つの受信信号に含まれる信号成分



【図3】

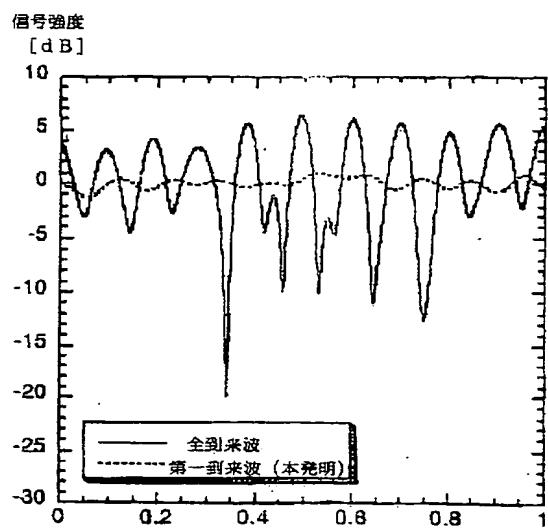


【図4】



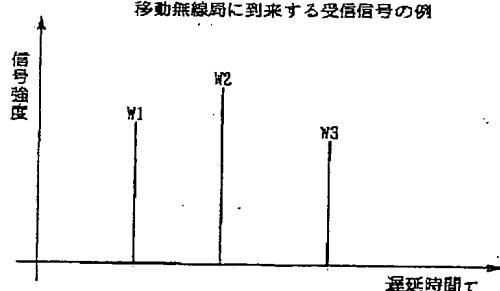
【図6】

受信信号の全到来波と第一到来波の信号強度の例



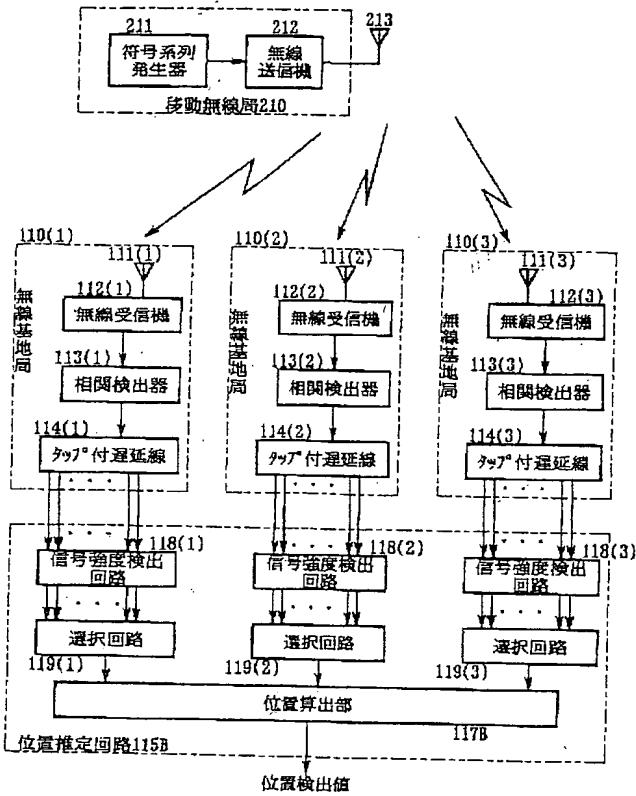
【図8】

移動無線局に到来する受信信号の例



【図5】

第4の実施の形態の位置検出装置の構成



【図9】

一般的な位置検出装置の構成例

